



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 100 34 135 C 1

51 Int. Cl. 7:
B 62 D 5/04
B 62 D 6/10
G 05 B 23/00

21 Aktenzeichen: 100 34 135.7-21
22 Anmeldetag: 13. 7. 2000
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 25. 10. 2001

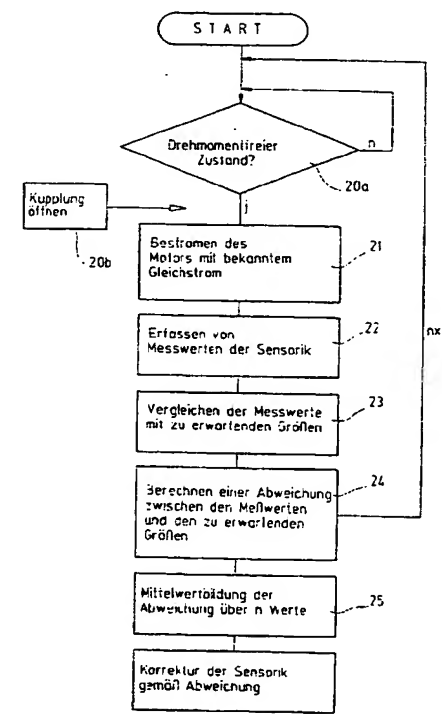
DE 100 34 135 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber: DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE	72 Erfinder: Bohner, Hubert, Dipl.-Ing., 71032 Böblingen, DE; Schneckenburger, Reinhold, Dipl.-Ing., 71277 Rutesheim, DE 56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften: DE 197 55 044 C1
--	---

54 Verfahren und Vorrichtung zur präzisen Ermittlung des Drehmomentes einer fahrerbetätigten Lenkhandhabe in einem Fahrzeug mit elektrischer Fahrzeuglenkung

57 Es wird zeitweilig geprüft, ob ein torsionsfreier Zustand einer in eine Lenksäule integrierten Wellenanordnung vorliegt (20). In diesem Fall wird ein mit der Wellenanordnung kraftschlüssig verbundener Elektromotor mit einem vorgebbaren elektrischen Gleichstrom bestromt (21). Der vorgebbare Gleichstrom wird in ein entsprechendes Drehmoment umgerechnet und lässt sich durch Kenntnis des Torsionsmoduls der Wellenanordnung in einen Torsionswinkel umrechnen. Die Messdaten von an der Wellenanordnung angeordneten Drehwinkelgebern werden erfasst (22) und mit dem zu erwartenden Torsionswinkel rechnerisch verglichen (23) und daraus eine Abweichung zwischen zu erwartendem Messwert der Drehwinkelgeber und durch die Drehwinkelgeber tatsächlich gemessenem Messwert ermittelt (24). Anhand der Abweichung werden dann die Drehwinkelgeber korrigiert bzw. kompensiert.



DE 100 34 135 C 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer elektrischen Fahrzeuglenkung mit einer vom Fahrer betätigbaren Lenkhandhabe und mit den weiteren Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zum Betrieb einer elektrischen Fahrzeuglenkung mit einer vom Fahrer betätigbaren Lenkhandhabe und mit den weiteren Merkmalen des Oberbegriffs des nebengeordneten Patentanspruchs 17.

[0002] Als Lenkhandhabe kommt vorzugsweise ein Lenkhandrad in Betracht.

[0003] In Fahrzeugen der genannten Art wird das durch Lenkbewegungen eines Fahrers hervorgerufene, an einer Lenksäule auftretende Drehmoment bekanntermaßen anhand einer in die Lenksäule integrierten elastisch verformbaren Torsionswelle bzw. eines Torsionsstabes ermittelt, wobei der aufgrund der Lenkmomente bedingte Torsionswinkel meist mittels zweier an den Enden der Torsionswelle angeordneter Winkelsensoren erfasst wird. Aus der Elastizitätskonstante der Torsionswelle lässt sich dann das durch den Fahrer jeweils aufgebrachte Drehmoment berechnen.

[0004] Es ist weiterhin bekannt, zur Erfassung eines fahrerseitig aufgeprägten Drehmomentes einen Drehmomentensensor an der Torsionswelle vorzusehen.

[0005] Eine gattungsgemäße Fahrzeuglenkung ist aus der DE 197 55 044 C1 bekannt. Eine Lenkhandhabe und gelenkte Fahrzeugräder sind über eine Regelstrecke wirkungsmäßig miteinander verbunden ("Steer by wire"). Ein von den Fahrzeugrädern betätigter Lenkwinkel-Istwertgeber und ein von der Handhabe betätigter Lenkwinkel-Sollwertgeber liefern dabei Signale, die miteinander verglichen werden. Ausserdem regelt die Regelstrecke einen als Handkraftsteller dienenden Motor, der mit der Handhabe über eine bereits erwähnte drehelastische Torsionswelle gekoppelt ist, wobei das Maß der drehelastischen Verformung zur Ermittlung eines Handkraft-Istwertes ausgewertet wird.

[0006] Die Messgenauigkeit der dort beschriebenen Methode ist allerdings durch die Genauigkeit der verwendeten Drehmoment- und Winkelsensoren eingeschränkt. Denn die Kennlinien der nach einem analogen Messprinzip arbeitenden Winkelsensoren weisen innerhalb der relevanten Messbereiche meist erhebliche Abweichungen in der Linearität zwischen der Messgröße und dem tatsächlich vorliegenden Drehmoment auf. Zudem weisen die Kennlinien ein Hysterese- sowie ein Offset-Verhalten auf.

[0007] Darüber hinaus können Änderungen der Kennlinie in Abhängigkeit von der Eigentemperatur der Sensoren oder deren Betriebsalter auftreten. Als Ursache dafür kommen beispielsweise Änderungen in den magnetischen Eigenschaften der Sensoren oder die Bildung von Materialablagerungen an den Sensoren in Betracht. Diese Änderungen lassen sich nur äusserst schwer oder sogar überhaupt nicht erfassen. Dies hat zur Folge, dass ein mittels eines Drehmomentensensors oder mittels zweier Winkelsensoren an einer Torsionswelle ermitteltes Drehmoment, abhängig von der jeweiligen Winkellage der Torsionswelle oder abhängig vom Betriebsalter des Sensors bzw. der Sensoren, mit einem mehr oder weniger großen Fehler behaftet ist.

[0008] Auch die eingesetzten Drehmomentensensoren weisen entsprechende Nicht-Linearitäten in ihren Kennlinien auf.

[0009] Es ist anzumerken, dass es neben Fahrzeugen auch bei Flugzeugen bekannt ist, Leitwerke, Flügelklappen oder dergleichen mit zugeordneten Handhaben wirkungsmäßig über eine Regelstrecke zu verbinden, wobei die Handhabe einen Sollwertgeber und die Flügelklappen bzw. Leitwerke einen Istwertgeber betätigen und der Regler der Regel-

strecke die Signale von Sollwert- und Istwertgeber im Sinne eines Sollwert-Istwert-Vergleiches verarbeitet und in Abhängigkeit vom Ergebnis dieses Vergleiches motorische Stellaggregate für die Leitwerke bzw. Flügelklappen steuert. Dieses auch "Fly by wire" genannte Konzept ist inzwischen derart zuverlässig, dass auch Passagierflugzeuge entsprechend ausgerüstet werden.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein eingangs genanntes Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die eine gegenüber dem Stand der Technik höhere Genauigkeit bei der Ermittlung des Drehmomentes einer vom Fahrer betätigten Lenkhandhabe ermöglichen.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 17 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Die Besonderheit des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens liegt nun darin, dass ein bestimmter vorgebbarer oder vorgegebener Wert der drehelastischen Verformung eingestellt bzw. herangezogen wird, bei diesem Wert mittels der Sensorik mindestens eine Sensorgröße erfasst wird und die Sensorik anhand der erfassten Sensorgröße korrigiert wird.

[0013] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, durch zeitlich wiederkehrende Drehmoment- und/oder Winkelmessungen im Betrieb des Fahrzeuges, insbesondere bei bekannten Drehmomentenzuständen ohne eine Drehmomentaufprägung seitens des Fahrers, die genannten Offsets und Nichtlinearitäten der Drehmomentensensoren zu korrigieren bzw. zu kompensieren.

[0014] Die Erfassung der Sensorgröße und die entsprechende Korrektur der Sensorik erfolgt bevorzugt während einer Fahrt, d. h. bei geöffnetem Lenkradschloss und nicht wirksamer Lenkradsperre. Der Fahrer übt mit seiner Hand beim Lenken ein Drehmoment auf die Lenksäule aus. Vorzugsweise bei kleinen Lenkradbewegungen, z. B. bei Fahrten durch eine langgezogene Kurve mit etwa konstantem Lenkwinkel und/oder Lenkmoment (quasistationäre Lenkbewegung) wird das durch die Stromstärke des Elektromotors bewirkte Drehmoment mit den gemessenen Sensordaten verglichen und etwa erforderliche Korrekturen vorgenommen.

[0015] In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als vorgegebener Wert der drehelastischen Verformung ein Zustand der Fahrzeuglenkung ohne Drehmomentaufprägung seitens des Fahrers herangezogen. Beispielsweise bei ruhendem Fahrzeug kann dann vernünftigerweise angenommen werden, dass eine drehelastische Verformung mit einem Drehmoment gleich Null vorliegt.

[0016] Mit Hilfe dieses Drehmomentwertes kann eine lineare Verschiebung der Kennlinie, insbesondere ein Offset in einer Achse oder in beiden Achsen, erfasst und entsprechend korrigiert werden.

[0017] Der Zustand der Fahrzeuglenkung ohne Drehmomentaufprägung seitens des Fahrers kann dabei durch einen oder mehrere der Zustände 'Vorliegen eines stehenden Fahrzeuges', 'Aktivsein einer mechanischen Lenkhandhabsperre', 'Vorliegen einer Geradeausfahrt des Fahrzeuges', oder dergleichen festgestellt werden.

[0018] Der Zustand der Fahrzeuglenkung ohne Drehmomentaufprägung kann entweder bei geöffneter Kupplung vorliegen. Der Fall einer geschlossenen Kupplung erfordert zudem die Kenntnis des von der Lenksäule über die geschlossene Kupplung in Richtung der Lenkhandhabe übertragenen Drehmomentes, um eine erfindungsgemäß vorgeschlagene Kompensationsrechnung, und zwar zur Ermittlung von Korrekturdaten, durchführen zu können.

[0019] Auch kann in der Zeit zwischen dem Öffnen der

Fahrertür und dem Einsteigen des Fahrers in das Fahrzeug in einer Art "Pre-Drive-Check" das Momenten- und/oder Lenkwinkelsignal erfasst und abgeglichen werden.

[0020] Es lassen sich somit einerseits bereits im Fahrzeug vorgesehene Sensoren, beispielsweise ein Radwinkelsensor oder ein Motorbetriebssensor, vorteilhaft zur Erfassung eines drehmomentfreien Zustandes der Lenksäule vorteilhaft einsetzen.

[0021] Andererseits können weitere Sensoren, z. B. an einer Parksperre oder einer Radkralle vorgesehene Sensoren, zu dem genannten Zweck eingesetzt werden. Beispielsweise werden in einer weiteren Ausgestaltung von einem Fahrersitzsensor und/oder einem Gurtsensor abgegebene Signale zugrundegelegt.

[0022] Eine aktiv vorgebbare drehelastische Verformung der Wellenanordnung wird bevorzugt dadurch erreicht, dass der Motor mit einem vorgebbaren elektrischen Betriebsstrom beströmt wird. Der Betriebsstrom lässt sich dabei in einen Wert der drehelastischen Verformung umrechnen. Dadurch lassen sich nun kontrolliert Drehmomente größer Null erzeugen und die Kennlinie der Sensorik für einen größeren Wertebereich erfassen und gegebenenfalls korrigieren.

[0023] Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Motor mit einem vorgebbaren höherfrequenten elektrischen Betriebsstrom, insbesondere einem Betriebsstrom im Frequenzbereich von 10 Hz bis 10 kHz, beströmt wird und der Betriebsstrom in eine drehelastische Verformung, insbesondere eine Null-Verformung, umgerechnet wird. Bei einem reinen Wechselstrom lässt sich dabei die Kennlinie im Bereich des Drehmomentwertes gleich Null noch exakter ausmessen, sofern die Schwingungsfrequenz und die Amplitude so gewählt sind, dass die Wellenanordnung, trotz ihrer Massenträgheit, der elektrischen Schwingung folgen kann und daher ein entsprechendes Schwingungsverhalten aufweist. Denn dadurch kann gewährleistet werden, dass der Zustand 'Drehmoment gleich Null' auch bei Vorliegen eines Hystereseverhaltens der Wellenanordnung bzw. der Sensorik ausreichend genau ermittelbar ist. Durch einen höherfrequenten Anteil des gesamten Betriebsstroms lässt sich zudem für Drehmomente größer Null eine noch exaktere Messung durchführen, da dann für diese Drehmomentwerte die obigen Überlegungen entsprechend gelten.

[0024] Zur weiteren Erhöhung der Güte der Korrekturen an der Sensorik kann vorgesehen sein, dass eine Mehrzahl von drehelastischen Verformungen der Wellenanordnung durchgeführt wird, die ermittelten Korrekturdaten statistisch ausgewertet werden und eine Mittelwertbildung anhand der Korrekturdaten durchgeführt wird.

[0025] Um nun eine weitere Sicherheitsstufe bei der Sensorik zu schaffen, kann weiter vorgesehen sein, dass die Korrektur nur in vorgebbaren Minimalschritten erfolgt. Dadurch kann wirksam verhindert werden, dass eine etwaige Fehlmessung zu übermäßig starken Korrekturen an der Sensorik führen kann. Ebenso kann dabei vorgesehen sein, dass die Korrektur in einem vorgebbaren begrenzten Winkelbereich der drehelastischen Verformung erfolgt.

[0026] Um eine ausreichende Fahrsicherheit zu gewährleisten, kann weiter vorgesehen sein, dass die Korrektur nur unter den folgenden Prämissen, die einzeln oder in Kombination erfüllt zu sein haben, durchgeführt wird:

1. Die Korrektur erfolgt kontinuierlich oder in vorgebbaren Minimalschritten, insbesondere in Schritten im Bereich von 5 bis 20%.
2. Die Korrektur erfolgt in einem vorgebbaren begrenzten Winkelbereich der drehelastischen Verformung, insbesondere in einem Winkelbereich von $\pm 0,1^\circ$ bis $\pm 20^\circ$.

3. Im Falle der Korrektur eines Drehmomentsensors erfolgt diese in einem begrenzten Momentenbereich, insbesondere in einem Momentenbereich von $\pm 1 \text{ Nm}$.

4. Die Korrektur erfolgt nur zu bestimmten Fahrzeugbetriebszuständen, insbesondere bei einem Motorstart, bei einer Geradeausfahrt, beim Ein-/Aussteigen des Fahrers oder dergleichen, oder nach bestimmten Zeitintervallen.

5. Die Korrektur erfolgt in Abhängigkeit von fahrsicherheitskritischen Parametern, insbesondere der Fahrgeschwindigkeit, der Fahrzeugquerbeschleunigung, des Lenkwinkels, oder dergleichen.

6. Die Korrektur erfolgt nur dann, wenn die Fahrsicherheit nicht gefährdet ist.

7. Die Korrektur erfolgt in Abhängigkeit von konstruktiven Größen, insbesondere eine exzentrische Befestigung, ein exzentrischer Schwerpunkt des Lenkrads, oder exzentrisch angeordnete Bauteile der Lenksäule.

[0027] Bei der ebenfalls erfindungsgemäß vorgeschlagenen Vorrichtung sind insbesondere Mittel zum Erfassen eines Zustandes der drehelastischen Verformung ohne Drehmomentaufprägung seitens des Fahrers, Mittel zum Erfassen mindestens einer Sensorgröße der Sensorik und Mittel zum Korrigieren der Sensorik anhand der erfassten Sensorgröße vorgesehen. Die genannten Mittel können in Form eines in eine Steuereinheit der Fahrzeuglenkung geladenen Programmcodes oder aber in Form einer Hardware realisiert sein.

[0028] Um die Vermessung eines größeren Wertebereichs der Kennlinie zu ermöglichen, können in einer ersten Variante der Erfindung Mittel zum Bestromen des Motors mit einem vorgebbaren elektrisch-gleichförmigen Betriebsstrom und Mittel zum Berechnen eines Wertes der drehelastischen Verformung aus dem Betriebsstrom vorgesehen sein.

[0029] Gemäß einer zweiten Variante sind Mittel zum Bestromen des Motors mit einem vorgebbaren elektrisch-höherfrequenten Betriebsstrom, insbesondere einem Betriebsstrom im Frequenzbereich von 10 Hz bis 10 kHz, und Mittel zum Berechnen eines Wertes der drehelastischen Verformung, insbesondere einer Null-Verformung, aus dem Betriebsstrom vorgesehen.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels noch eingehender erläutert, wobei gleiche oder funktional gleiche Merkmale durch übereinstimmende Bezugszahlen referenziert werden.

[0031] Im Einzelnen zeigen

[0032] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer für den Einsatz der Erfindung geeigneten Fahrzeuglenkung;

[0033] Fig. 2 eine exemplarische Darstellung einer bei zwei Winkelsensoren typischerweise auftretenden Nicht-Linearität der Kennlinie;

[0034] Fig. 3 ein Flussdiagramm zur Illustration eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0035] Fig. 4a ein Beispiel für die Ermittlung einer Hysteresis nach dem erfindungsgemäßen Verfahren; und

[0036] Fig. 4b ein Beispiel für die Ermittlung eines Drehmoment-Offsets nach dem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0037] Fig. 1 zeigt eine für den Einsatz der Erfindung geeignete Fahrzeuglenkung eines (hier nicht gezeigten) Kraftfahrzeuges. Ein an einem Ende einer Lenksäule 1 angeordnetes, von einem Fahrer des Fahrzeuges betätigtes Lenkhandrad 2 steuert einen Sollwertgeber 3, dessen elektrische

Ausgangssignale den Sollwert des Lenkwinkels von (nicht gezeigten) lenkbaren Fahrzeugrädern bzw. eine damit korrelierende Größe repräsentieren. Ausserdem ist das Lenkhandrad 2 über eine drehelastische Welle bzw. Wellenanordnung 4 mit einem Elektromotor bzw. Stellmotor 5 antriebsverbunden. Der Elektromotor 5 dient dabei zur Erzeugung einer am Lenkhandrad 2 fühlbaren Handkraft bzw. zur erfindungsgemäßen Simulation eines vorgebbaren Lenkradhandmomentes.

[0038] Eine rechnergestützte Regleranordnung 6 ist eingangsseitig mit dem Sollwertgeber 3 für den Lenkwinkel sowie mit an den Fahrzeugrädern angeordneten (hier nicht gezeigten) Sensoren verbunden, deren Signale mit den an den lenkbaren Fahrzeugrädern auftretenden Lenkkräften korreliert sind. Ebenfalls mit der Eingangsseite der Regleranordnung 6 sind zwei Drehwinkelgeber 7, 8 verbunden, aus deren Signalen die elastische Verdrehung der Welle 4 ermittelbar ist.

[0039] Am Lenkhandrad 2 ist in der Darstellung ferner eine Lenkradsperre 9 angeordnet, mittels der das Fahrzeug gegen Diebstahl gesichert ist und die das Lenkhandrad 2 in einer festen Drehposition fixiert. An der Lenksäule 1, nahe dem Lenkhandrad 2, ist zudem ein elektrisch betätigbares Lenkradschloss angeordnet.

[0040] Alternativ oder zusätzlich zu den Drehwinkelgebern 7, 8 ist seitlich der Welle 4 ein Drehmomentsensor 10 angeordnet, mittels dessen das auf die Lenksäule bzw. Welle einwirkende Drehmoment unmittelbar erfasst werden kann.

[0041] Schließlich ist an der dem Lenkhandrad 2 abgewandten Seite der Lenksäule 1 eine Kupplung 11 vorgesehen, die im Steer-by-Wire-Betrieb das Handlenkrad und die gelenkten Räder mechanisch entkoppelt. Hierdurch wird eine variable Lenkwinkelübersetzung ermöglicht.

[0042] Hinsichtlich der weiteren Details der Regelung wird auf die ausführliche Beschreibung zu Fig. 1 in der DE 197 55 044 C1 vollumfänglich Bezug genommen.

[0043] Fig. 2 zeigt für zwei Winkelsensoren A, B typischerweise auftretende Abweichungen in ihrer Linearität bzw. ihrem linearen Kennlinienverhalten und eine daraus sich ergebende fehlerhafte Drehmomentbestimmung. Diese Abweichungen können zudem zwischen einzelnen Sensoren variieren. Über den gezeigten Messbereich ergeben sich mehr oder weniger große Differenzen in der Linearität, verglichen mit einem exakt linearen Sensor. Die untere Kurve zeigt die Differenz A-B der Messwerte der beiden Sensoren A, B. Diese Differenzkurve bedingt einen Fehler bei der Drehmomentmessung mittels der beiden Winkelsensoren A, B und ist dadurch zu korrigieren, dass die Messwerte mittels der an der X-Achse gespiegelten Differenzkurve kompensiert werden.

[0044] Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt Fig. 3 anhand eines Flussdiagrammes. Zur Ermittlung und gegebenenfalls Korrektur der genannten Messfehler bei der Bestimmung des fahrerseitig erzeugten Drehmomentes wird zeitweilig geprüft, ob ein seitens des Fahrers drehmomentfreier Zustand der Lenksäule 1, d. h. ein torsionsfreier Zustand der Wellenanordnung 4 momentan vorliegt 20a. Beispielsweise kann hierbei über die Fahrzeugelektrik geprüft werden, ob das Fahrzeug steht und über einen Sitz- oder Gurtsensor weiter geprüft werden, ob der Fahrer im Fahrzeug sitzt oder nicht. Sitzt er nämlich nicht im Fahrzeug, kann davon ausgegangen werden, dass zumindest fahrerseitig ein drehmomentfreier Zustand der Lenksäule 1 vorliegt.

[0045] Im Falle des Vorliegens eines drehmomentfreien Zustandes wird der Elektromotor 5 mit einem vorgebbaren elektrischen Gleichstrom bestromt 21. In dem vorliegenden Beispiel ist das Lenkhandrad 2 durch die Lenkradsperre 9

drehfixiert und dreht sich daher mit der durch den Elektromotor 5 hervorgerufenen Drehbewegung der Lenksäule 1 nicht mit. Die Kupplung 11 ist zu öffnen, damit sich das Moment des Elektromotors 5 nur auf den lenkradseitigen Teil der Lenksäule 1 auswirkt.

[0046] Der funktionelle Zusammenhang zwischen dem Betriebsstrom des Elektromotors 5 und dem dadurch in der Wellenanordnung 4 induzierten Drehmoment wird anhand einer vorher bereits durchgeführten (hier nicht gezeigten) Kalibrierungsmessung ermittelt. Daher lässt sich der vorgebbare Gleichstrom in ein entsprechendes Drehmoment umrechnen. Durch Kenntnis des Torsionsmoduls der Wellenanordnung ergibt sich daraus ein aufgrund der Bestromung zu erwartender Torsionswinkel.

[0047] Im Anschluss daran werden die Messdaten der Drehwinkelgeber 7, 8 erfasst 22 und mit dem zu erwartenden Torsionswinkel rechnerisch verglichen 23 und daraus eine Abweichung zwischen zu erwartendem Messwert der Drehwinkelgeber 7, 8 und durch die Drehwinkelgeber tatsächlich gemessenem Messwert ermittelt 24.

[0048] Die Schritte 20–24 werden in dem Beispiel n-mal wiederholt und anschließend im Rahmen einer statistischen Auswertung gemittelt 25.

[0049] Auch die Schritte 20–25 werden in dem Beispiel ebenfalls mehrfach durchlaufen, und zwar mit jeweils unterschiedlichen Werten bei der Bestromung des Elektromotors 5. Dadurch lassen sich Drehmomente unterschiedlicher Größe in der Wellenanordnung 4 induzieren und somit ein größerer Wertebereich der Kennlinie der Drehwinkelgeber 7, 8 erfassen.

[0050] Aus den insgesamt ermittelten Abweichungsdaten lässt sich dann die gewünschte Korrektur der Sensorik 7, 8, 10 durchführen. Aus Sicherheitsgründen wird die Korrektur in 10%-Schritten vorgenommen und eine Korrektur der Drehwinkelgeber 7, 8 nur in einem begrenzten Winkelbereich von $\pm 30^\circ$ zugelassen. Alternativ kann die Korrektur allerdings auch zeitlich verzögert erfolgen, z. B. bei einem anschließenden Parkieren oder einem Neustart des Fahrzeuges, oder bei nur geringen Geschwindigkeiten des Fahrzeuges, um die fahrdynamischen Einwirkungen etwa auftretender Fehlerkorrekturen möglichst gering zu halten.

[0051] Fig. 4a zeigt an einem Beispiel die Ermittlung einer Kennlinien-Hysteresis nach dem erfindungsgemäßen Verfahren. Das Drehmoment M wird mittels eines Drehmomentsensors oder mittels zweier Drehwinkelgeber in Abhängigkeit der Stromstärke des Elektromotors ermittelt. Dabei wird das Lenkhandrad beispielsweise mittels einer Lenkradsperre drehfest gehalten. Aus den erfassten Daten ergibt sich typischerweise die in der Figur gezeigte Hysteresekurve. Das ebenfalls in der Figur gezeigte Drehmoment-Mittel lässt sich durch hochfrequente Überlagerung des vorgegeben Stroms ermitteln. Denn aufgrund der entsprechenden hochfrequenten Drehbewegung der Wellenanordnung geht deren Hystereseverhalten gegen Null und es ergibt sich im Idealfall nur noch ein linearer Zusammenhang gemäß der Drehmoment-Mittelinie.

[0052] Dagegen zeigt Fig. 4b ein Beispiel für die Ermittlung eines Drehmoment-Offsets M nach dem erfindungsgemäßen Verfahren. Bei Kenntnis dieses Offsets können die durch die Sensorik gelieferten Messdaten entsprechend, z. B. um den negativen Wert des Offsets, korrigiert bzw. kompensiert werden.

[0053] Die Erfindung ist grundsätzlich in allen lenkbaren Fahrzeugen, d. h. auch in Flugzeugen, Wasserfahrzeugen oder dergleichen vorteilhaft einsetzbar. Auch bei Elektroservoeinrichtungen mit Drehmomentmessung lässt sich die Erfindung einsetzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer elektrischen Fahrzeuglenkung mit einer von einem Fahrer betätigbaren Lenkhandhabe (2), wobei gelenkte Fahrzeugräder mit der Lenkhandhabe (2) über ein Steuergerät oder eine rechnergestützte Regleranordnung (6) wirkungsmäßig verbunden sind, die die Signale eines von den Fahrzeugrädern betätigten Lenkwinkel-Istwertgebers und eines von der Lenkhandhabe (2) betätigten Lenkwinkel-Sollwertgebers vergleicht und die einen als Handkraftsteller dienenden Motor (5) regelt, der mit der Lenkhandhabe (2) über eine drehelastische Wellenanordnung (4) gekoppelt ist, wobei eine drehelastische Verformung der Wellenanordnung (4) zur Ermittlung eines Handkraft-Istwertes mittels einer Sensorik (7, 8, 10) erfasst und ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein bestimmter vorgebbarer oder vorgegebener Wert der drehelastischen Verformung eingestellt (21) bzw. herangezogen wird, bei diesem Wert mittels der Sensorik (7, 8) mindestens eine Sensorgröße erfasst wird (22) und die Sensorik (7, 8) oder die von der Sensorik (7, 8) gelieferten Sensordaten anhand der erfassten Sensorgröße korrigiert wird bzw. korrigiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als vorgebbarer Wert der drehelastischen Verformung ein Zustand der Fahrzeuglenkung ohne Drehmomentaufprägung seitens des Fahrers bzw. des Lenkgetriebes (20a) und/oder ein Zustand der Kupplung (11), insbesondere der Zustand KUPPLUNG OFFEN, herangezogen wird (20b).
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehmomentaufprägung mittels der Kupplung (11) erfasst oder gemessen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Zustand der Fahrzeuglenkung ohne Drehmomentaufprägung seitens des Fahrers durch einen oder mehrere der Zustände 'Vorliegen eines stehenden Fahrzeuges', 'Aktivsein einer mechanischen Lenkhandhabesperre', 'Vorliegen einer Geradeausfahrt des Fahrzeuges', oder dergleichen festgestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Zustand der Fahrzeuglenkung ohne Drehmomentaufprägung seitens des Fahrers mittels eines von einem Fahrersitzsensor und/oder von einem Gurtsensor abgegebenen Signals und/oder mittels der zeitlichen Differenz zwischen den Signalen FAHRZEUGSCHLOSS und TÜR ÖFFNEN (Pre-Drive-Check) oder dergleichen erfasst wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor mit einem vorgebbaren elektrischen Betriebsstrom bestromt wird (21) und der Betriebsstrom in eine drehelastische Verformung umgerechnet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor mit einem vorgebbaren höherfrequenten elektrischen Betriebsstrom, insbesondere einem Betriebsstrom im Frequenzbereich von 10 Hz bis 10 kHz, bestromt wird und der Betriebsstrom in eine drehelastische Verformung, insbesondere eine Null-Verformung, umgerechnet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von drehelastischen Verformungen der Wellenanordnung durchgeführt wird, die ermittelten Korrekturdaten statistisch ausgewertet werden und eine Mittelwertbildung anhand der Korrekturdaten durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von drehelastischen Verformungen der Wellenanordnung durchgeführt wird, die ermittelten Verformungs- bzw. Korrekturdaten einer Plausibilitätsbetrachtung unterzogen werden und nicht-plausible Verformungs- bzw. Korrekturdaten nicht berücksichtigt werden.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur kontinuierlich oder in vorgebbaren Minimalschritten, insbesondere in Schritten im Bereich von 5 bis 20%, erfolgt.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur in einem vorgebbaren begrenzten Winkelbereich der drehelastischen Verformung, insbesondere in einem Winkelbereich von $\pm 0,1^\circ$ bis $\pm 20^\circ$, erfolgt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur eines Drehmomentsensors in einem begrenzten Momentenbereich, insbesondere in einem Momentenbereich von ± 1 Nm, erfolgt.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur zu bestimmten Fahrzeugbetriebszuständen, insbesondere bei einem Motorstart, bei einer Geradeausfahrt, beim Ein-/Aussteigen des Fahrers oder dergleichen, oder nach bestimmten Zeitintervallen erfolgt.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur in Abhängigkeit von fahrsicherheitskritischen Parametern, insbesondere der Fahrgeschwindigkeit, der Fahrzeugquerbeschleunigung, des Lenkradwinkels, oder dergleichen erfolgt.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur nur dann erfolgt, wenn die Fahrsicherheit nicht gefährdet ist.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur in Abhängigkeit von konstruktiven Größen, insbesondere eine exzentrische Befestigung, ein exzentrischer Schwerpunkt des Lenkrads, oder exzentrisch angeordnete Bauteile der Lenksäule erfolgt.
17. Vorrichtung zum Betrieb einer elektrischen Fahrzeuglenkung mit einer von einem Fahrer betätigbaren Lenkhandhabe, wobei gelenkte Fahrzeugräder mit der Lenkhandhabe über eine Regelstrecke wirkungsmäßig verbunden sind, die die Signale eines von den Fahrzeugrädern betätigten Lenkwinkel-Istwertgebers und eines von der Handhabe betätigten Lenkwinkel-Sollwertgebers vergleicht und die einen als Handkraftsteller dienenden Motor regelt, der mit der Handhabe über eine drehelastische Wellenanordnung gekoppelt ist, wobei eine drehelastische Verformung der Wellenanordnung zur Ermittlung eines Handkraft-Istwertes mittels einer Sensorik erfasst und ausgewertet wird, gekennzeichnet durch Mittel zum Erfassen eines Zustandes der drehelastischen Verformung ohne Drehmomentaufprägung seitens des Fahrers, Mittel zum Erfassen mindestens einer Sensorgröße der Sensorik und Mittel zum Korrigieren der Sensorik anhand der erfassten Sensorgröße.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch Mittel zum Bestromen des Motors mit einem vorgebbaren elektrisch-gleichförmigen Betriebsstrom und Mittel zum Berechnen eines Wertes der drehelastischen Verformung aus dem Betriebsstrom.
19. Vorrichtung nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch Mittel zum Bestromen des Motors mit einem

vorgebbaren elektrischhöherfrequenten Betriebsstrom, insbesondere einem Betriebsstrom im Frequenzbereich von 10 Hz bis 10 kHz, und Mittel zum Berechnen eines Wertes der drehelastischen Verformung, insbesondere einer Null-Verformung, aus dem Betriebsstrom.

5

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

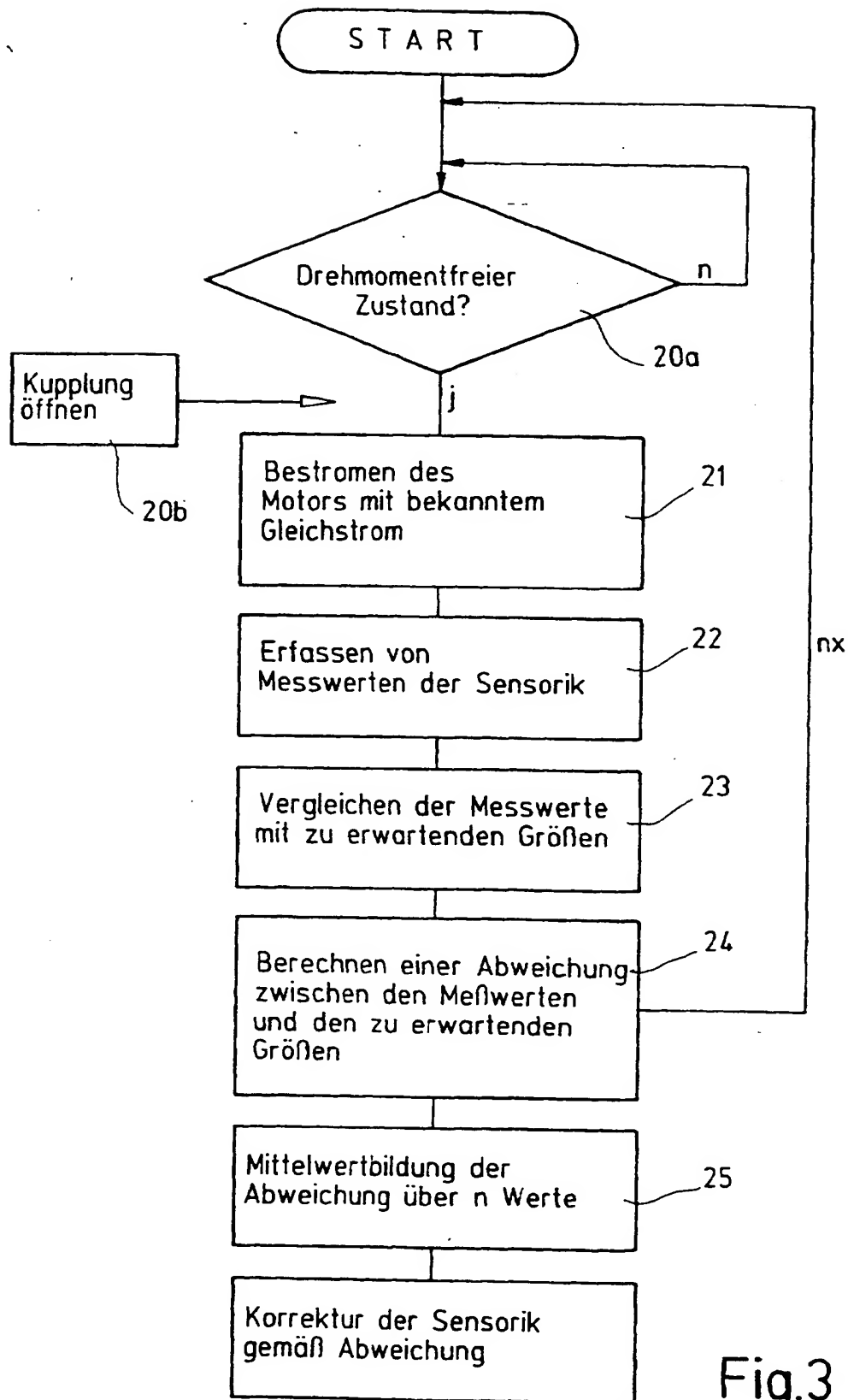


Fig.3

